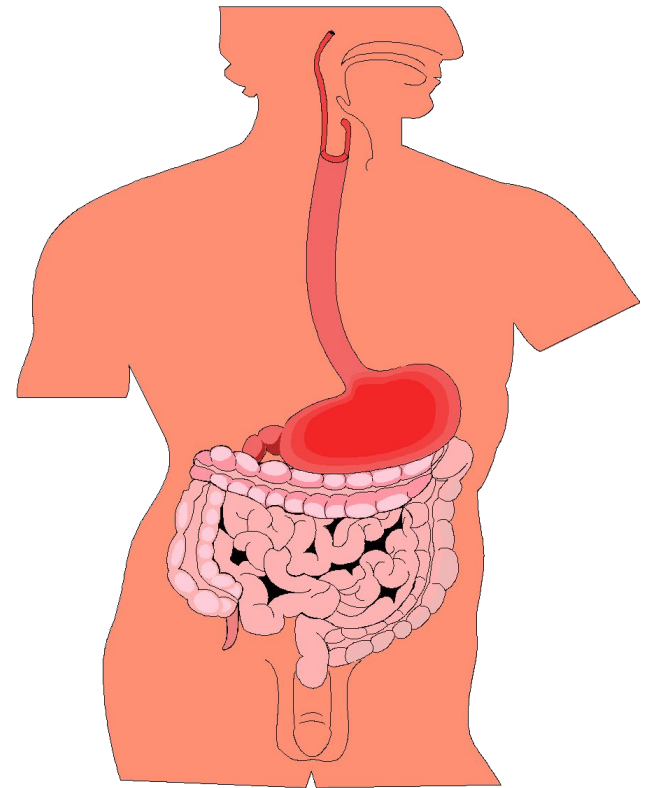


# Кафедра нормальной физиологии КрасГМА

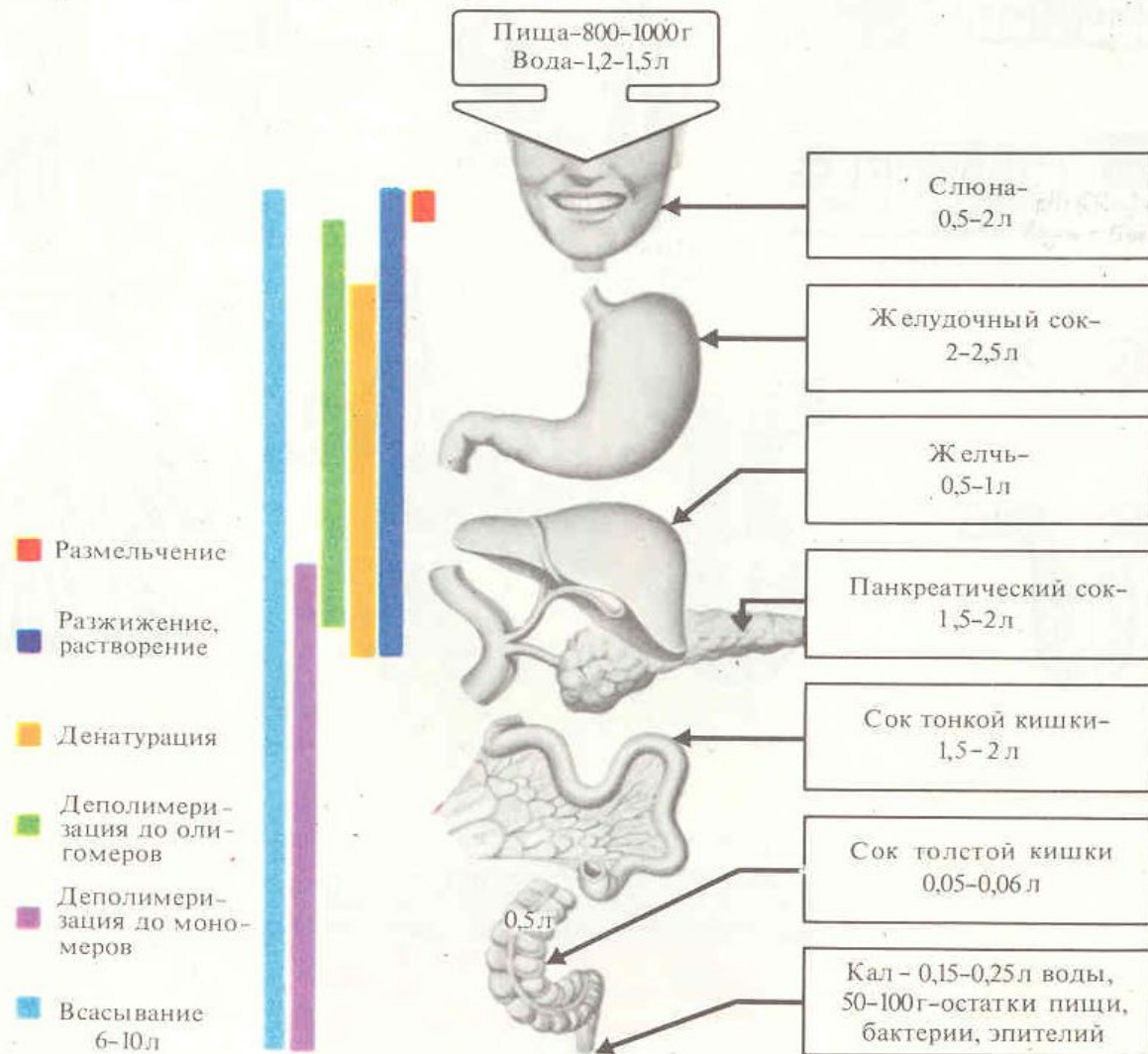
- **Физиология пищеварения в тонком кишечнике**
- **Всасывание**
- **Пищевое поведение**

# ТРИ ЗВЕНА ПИЩЕВАРЕНИЯ В ТОНКОЙ КИШКЕ

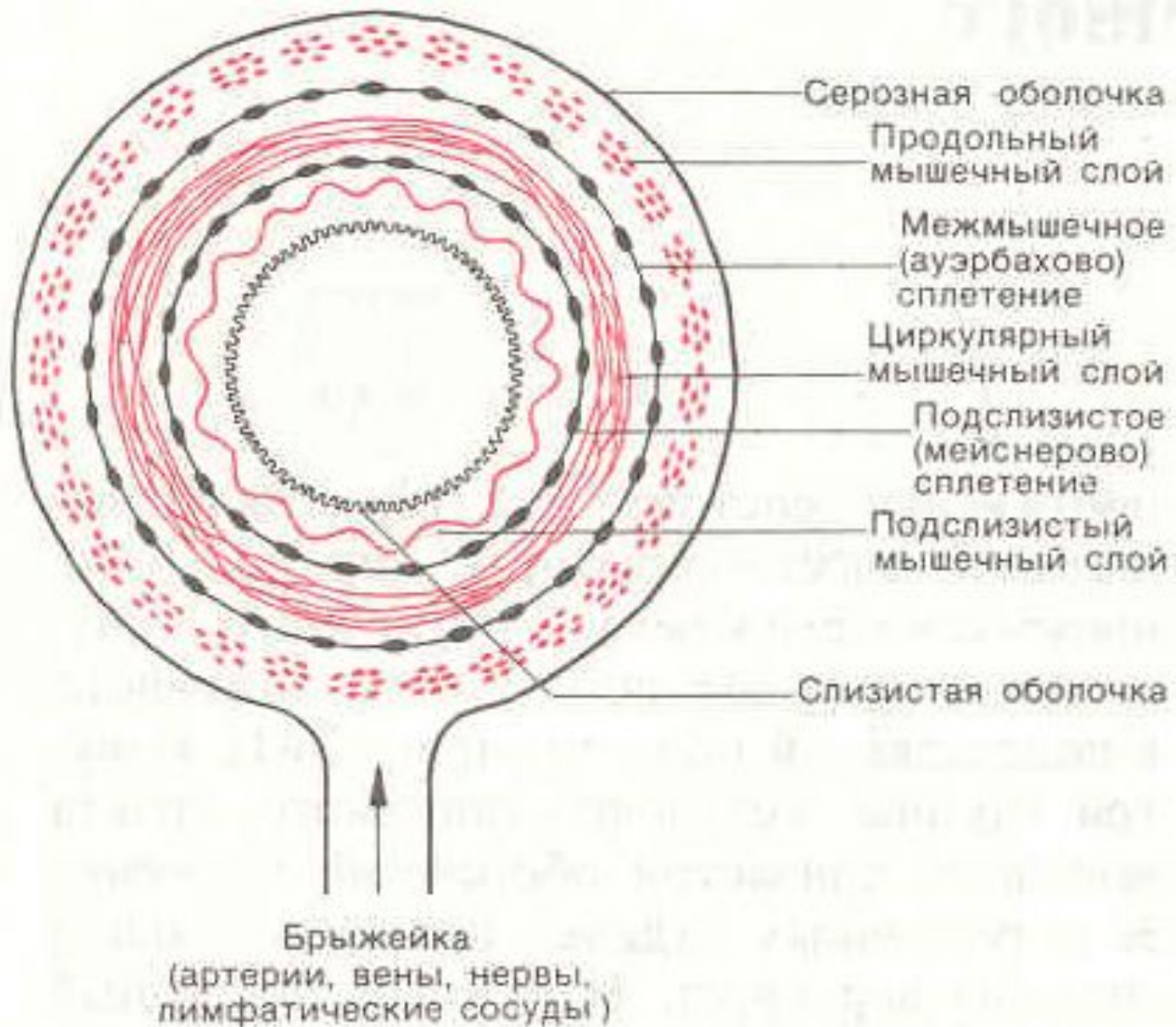
- **Полостной гидролиз**
- **Мембранный гидролиз**
- **Всасывание**



# Последовательность процессов пищеварительного конвейера



# Схема строения стенки кишечника



# СОСТАВ ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО СОКА

- ЭЛЕКТРОЛИТЫ

- Na и K = в плазме
- БИКАРБОНАТНЫЙ АНИОН [ $\text{HCO}_3^-$ ] > чем в плазме
- Ca, Mg, Zn,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$

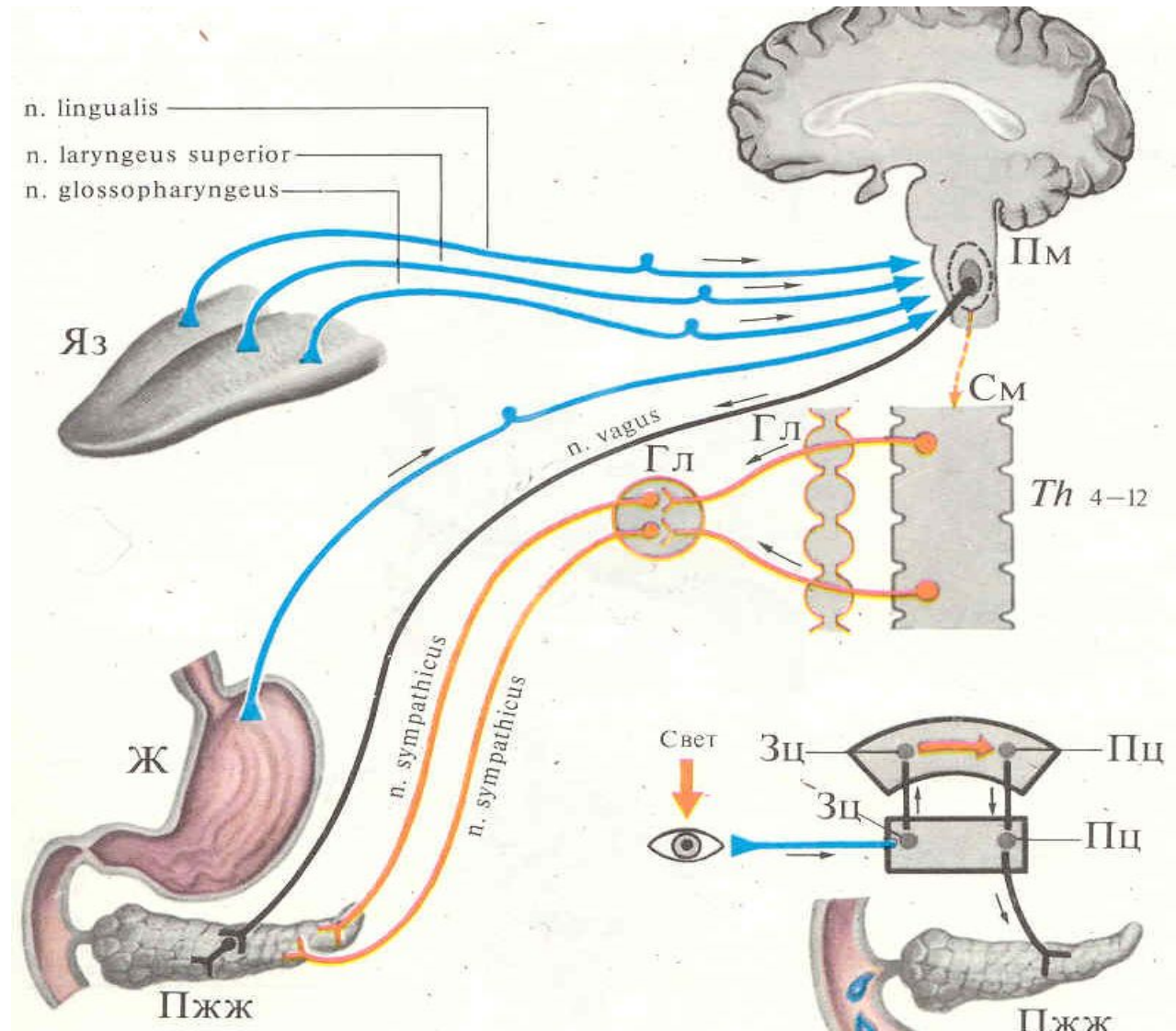
- ФЕРМЕНТЫ

- ПРОТЕАЗЫ (ТРИПСИНОГЕН И ХИМОТРИПСИНОГЕН)
- АМИЛАЗА
- ЛИПАЗЫ (ЛИПАЗА, ФОСФОЛИПАЗА, ХОЛЕСТЕРОЛИПАЗА)
- ЭНДОНУКЛЕАЗЫ
- ИНГИБИТОР ТРИПСИНА

# ОСНОВНОЙ КОНТРОЛЬ ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ СЕКРЕЦИИ

| <u>ФАЗЫ</u><br><u>КОНТРОЛЯ</u> | <u>ЭКБОЛИЧЕСКАЯ</u><br><u>СЕКРЕЦИЯ</u>      | <u>ГИДРОКИНЕТИЧЕСКАЯ</u><br><u>СЕКРЕЦИЯ</u> |
|--------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>МОЗГОВАЯ</b>                | <b>АЦЕТИЛХОЛИН</b>                          | <b>АЦЕТИЛХОЛИН</b><br><b>ВИП</b>            |
| <b>ЖЕЛУДОЧНАЯ</b>              | <b>ГАСТРИН</b><br><b>АЦЕТИЛХОЛИН</b>        | <b>АЦЕТИЛХОЛИН</b>                          |
| <b>КИШЕЧНАЯ</b>                | <b>ХОЛЕЦИСТОКИНИН</b><br><b>АЦЕТИЛХОЛИН</b> | <b>СЕКРЕТИН</b><br><b>АЦЕТИЛХОЛИН</b>       |

# Регуляция выделения панкреатического сока



# АКТИВАТОРЫ СЕКРЕЦИИ ГОРМОНОВ 12-ПЕРСТНОЙ КИШКИ

## АКТИВАТОРЫ

### ХОЛЕЦИСТОКИНИНА:

- АМИНОКИСЛОТЫ (ФЕНИЛАЛАНИН)
- ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ
- МОНОГЛИЦЕРИДЫ
- АЦЕТИЛХОЛИН
- СОЛЯНАЯ КИСЛОТА

## АКТИВАТОРЫ

### СЕКРЕТИНА:

- СОЛЯНАЯ КИСЛОТА  
(pH < 4,5)
- АЦЕТИЛХОЛИН

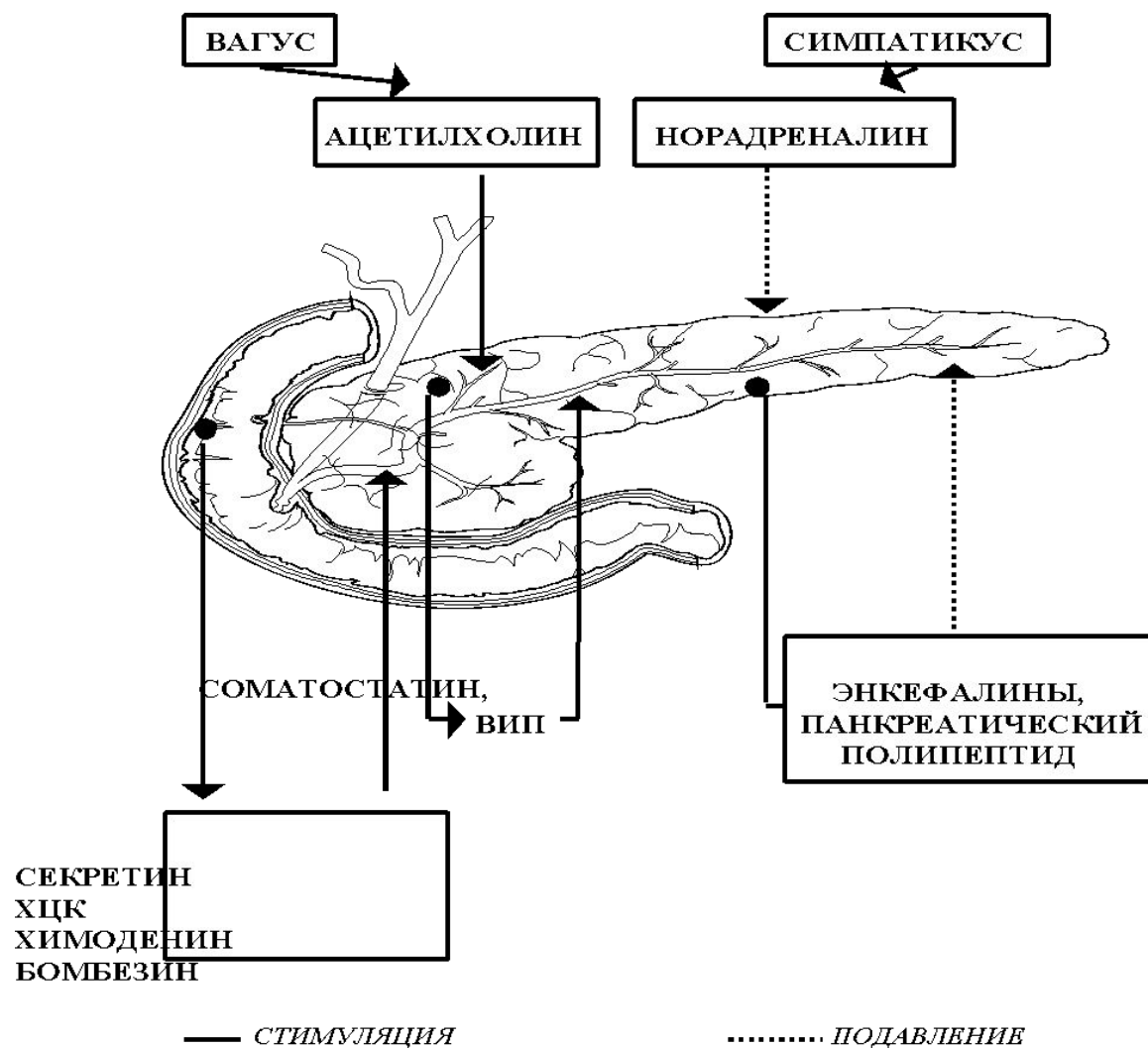
# **САМОРЕГУЛЯЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СЕКРЕТИНА**



# РЕГУЛЯЦИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

## СТИМУЛЯЦИЯ

## ПОДАВЛЕНИЕ



# Гуморальная регуляция pancreas

# АКТИВАТОРЫ И ИНГИБИТОРЫ СЕКРЕЦИИ ПОДЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

- АКТИВАТОРЫ
- **ВАЗОИНТЕСТИНАЛЬНЫЙ ПЕПТИД (ВИП)**
- **СЕКРЕТИН**
- **ХОЛЕЦИСТОКИНИН**
- **ИНСУЛИН**
- **БОМБЕЗИН**
- **СУБСТАНЦИЯ P**
- **ГАСТРИН**
- **СОЛЯНАЯ КИСЛОТА**
- **АЦЕТИЛХОЛИН**
- **СЕРОТОНИН**
- **ПРОДУКТЫ ГИДРОЛИЗА**
- ИНГИБИТОРЫ
- **СОМАТОСТАТИН**
- **КАЛЬЦИТОНИН**
- **ГЛЮКАГОН**
- **ЖЕЛУДОКИНГИБИРУЮЩИЙ ПЕПТИД**
- **ПАНКРЕАТИЧЕСКИЙ ПОЛИПЕПТИД**
- **НОРАДРЕНАЛИН**
- **ЭНКЕФАЛИНЫ**

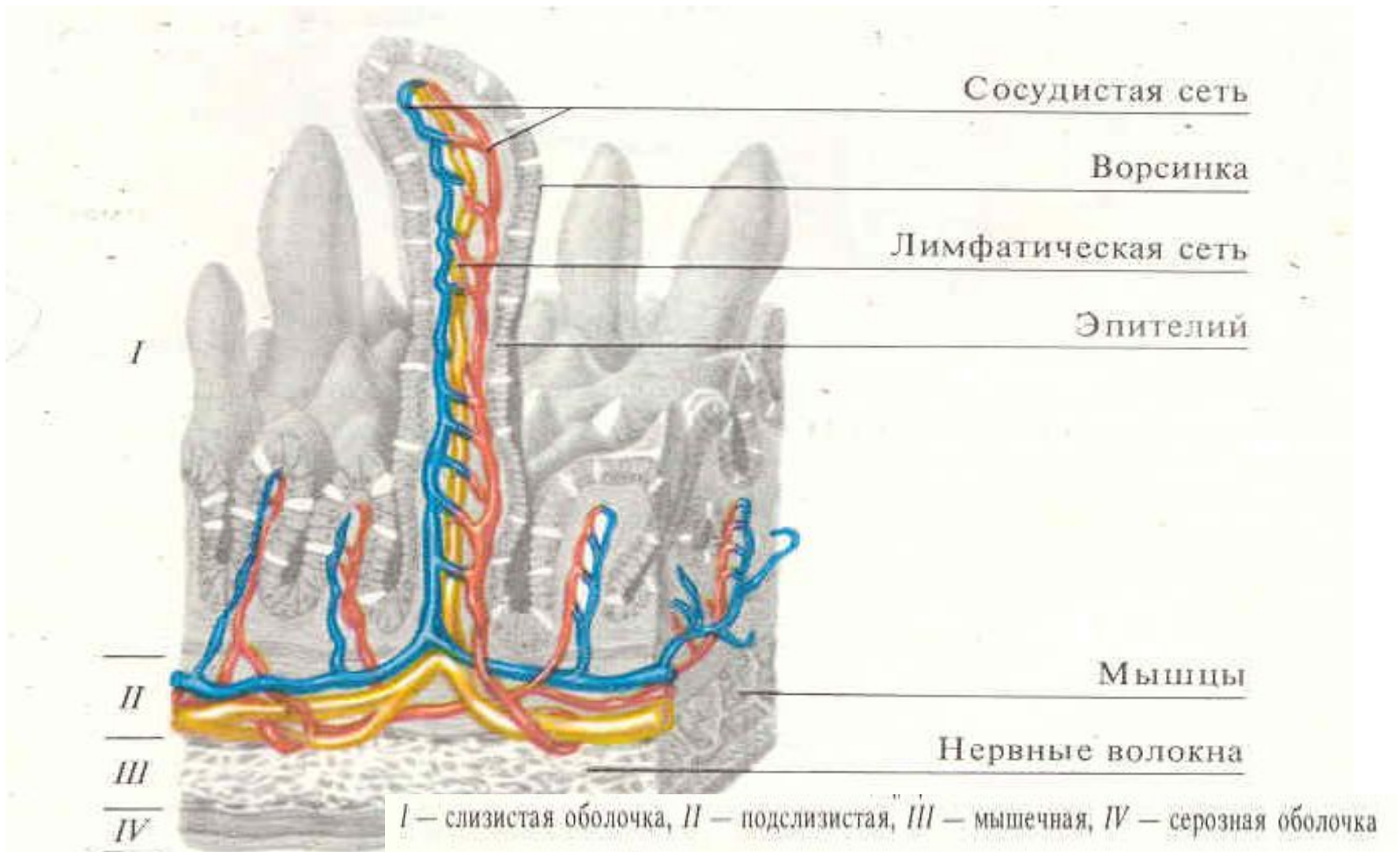
# **ОСОБЕННОСТИ МЕМБРАННОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ**

- **Ферменты мембранного пищеварения концентрированы, структурированы, пространственно ориентированы и работают дольше, чем в полостном**
- **Мембранное пищеварение стерильно**
- **Ферментные и транспортные системы распределены вдоль кишки неравномерно: дистальные отделы могут компенсировать недостаточность проксимальных**
- **Мембранное пищеварение активирует полостное и, наоборот, полостное активирует мембранное**
- **Мембранное пищеварение активируется моторикой кишки**

# Панкреатические ферменты в пристеночном пищеварении

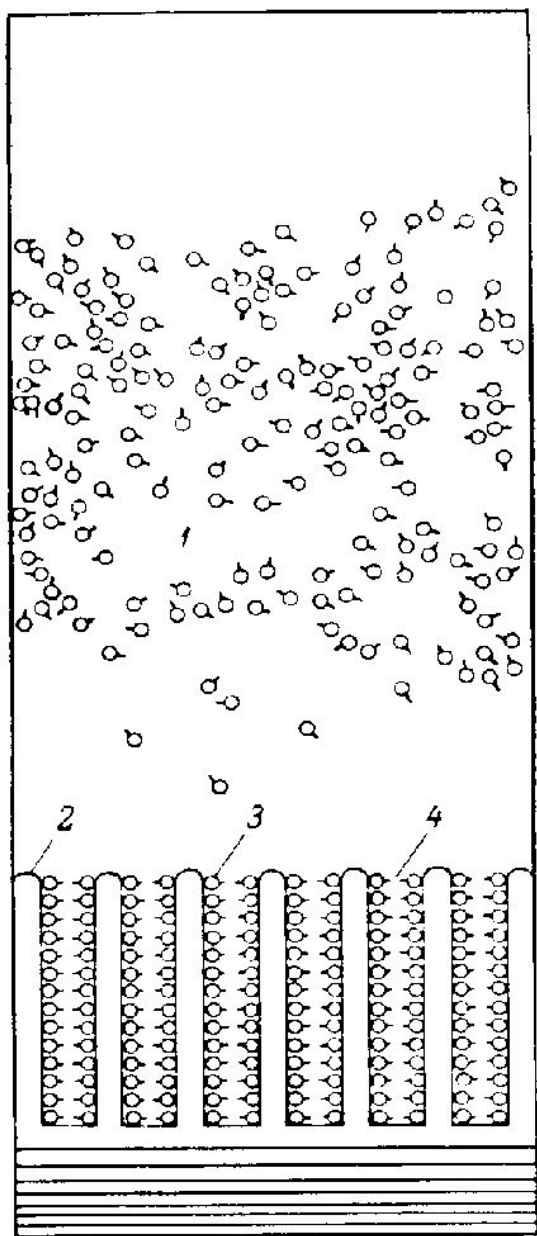
| Ферменты    | Гликокаликс | Мембрана |
|-------------|-------------|----------|
| АМИЛАЗА     | 60%         | 40%      |
| ТРИПСИН     | 40%         | 60%      |
| ХИМОТРИПСИН | 20%         | 80%      |

# Строение стенки тонкой кишки

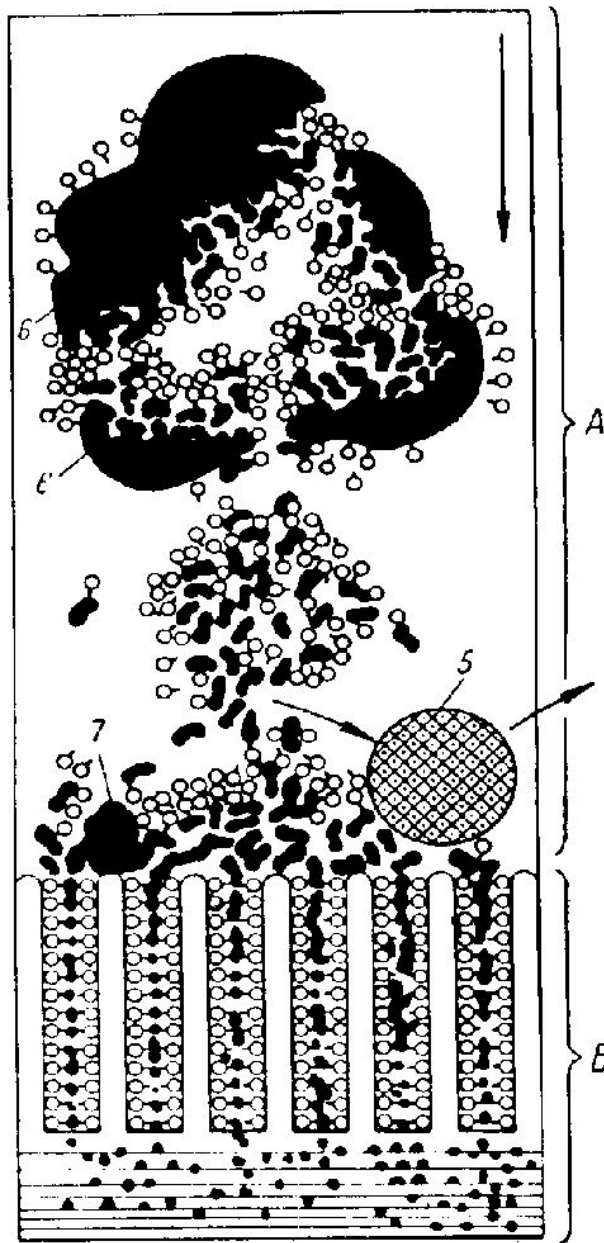


# Ферменты мембраны энтероцитов

| <u>ГЛИКОЛИТИЧЕСКИЕ</u> | <u>ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИЕ</u> | <u>ЛИПОЛИТИЧЕСКИЕ</u>     |
|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>ЛАКТАЗА</b>         | <b>ОЛИГОПЕПТИДАЗЫ</b>   | <b>МОНОГЛИЦЕРИДЛИПАЗА</b> |
| <b>СУКРАЗА</b>         | <b>ДИПЕПТИДАЗЫ</b>      |                           |
| <b>ИЗОМАЛЬТАЗА</b>     | <b>АМИНОПЕПТИДАЗЫ</b>   |                           |
| <b>ТРЕГАЛАЗА</b>       |                         |                           |
| <b>ГЛЮКОАМИЛАЗА</b>    |                         |                           |
| <b>ДЕКСТРИНАЗА</b>     |                         |                           |



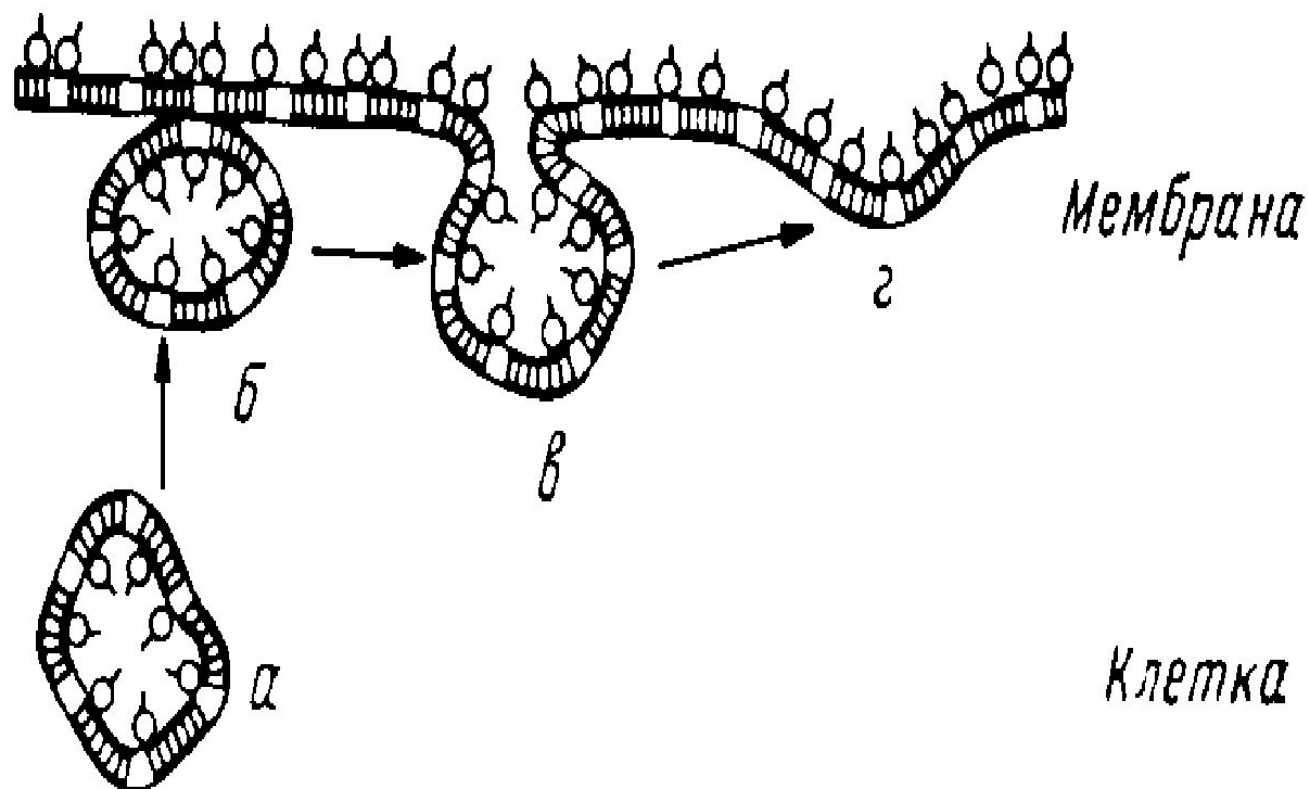
I



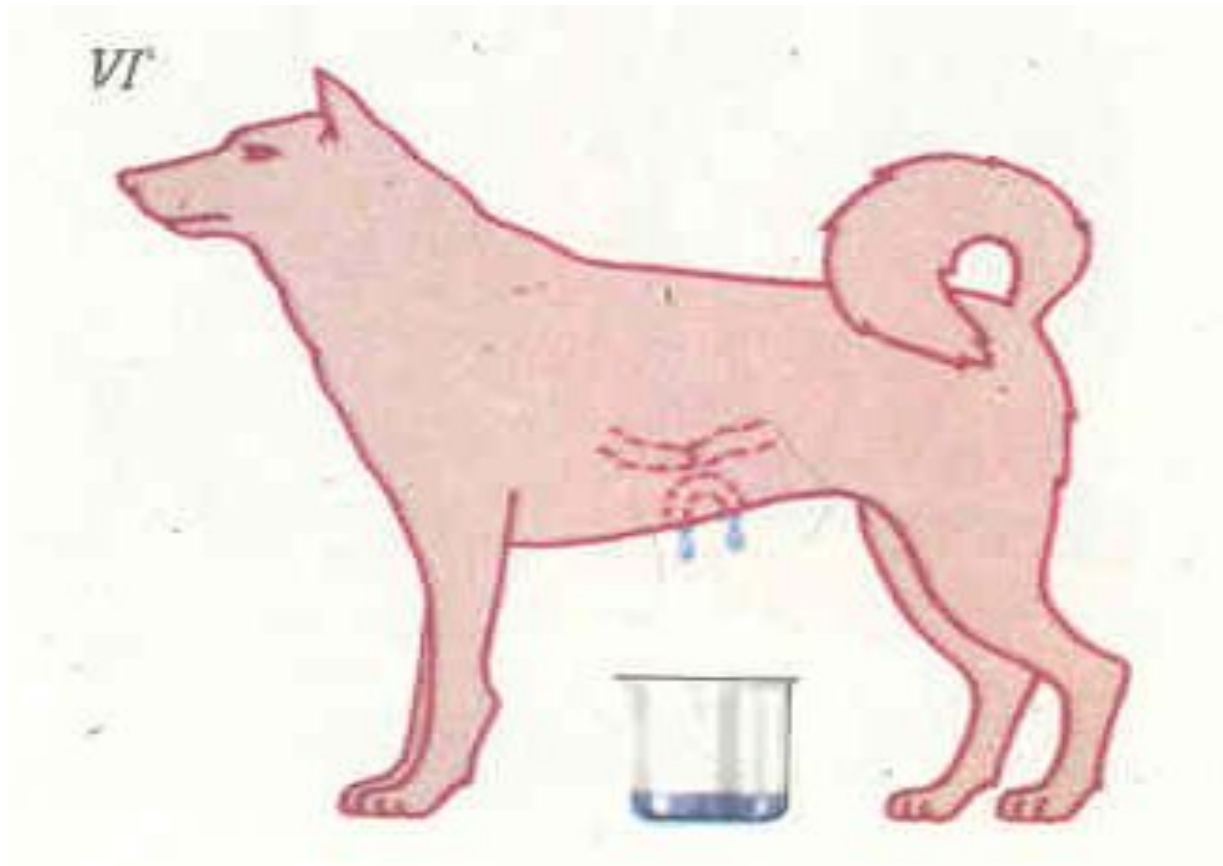
II

Схема  
взаимоотно-  
шения  
полостного и  
мембранного  
пищеварения

Возможный механизм переноса собственно кишечных ферментов на клеточную поверхность путем обратного пиноцитоза. А – Г – стадии процесса



# Изолированная петля кишки по Тиривеллу



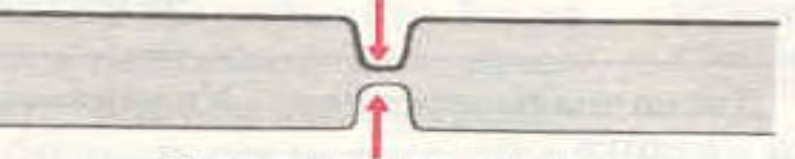
# Состав кишечного сока (pH 7,0-8,5)

| Органические вещества                                                              | Неорганические вещества                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Протеазы (пептидазы): <u>аминопептидаза</u> , <u>дипептидаза</u> ,<br>энтерокиназа | $K^+$ , $Ca^{2+}$ ,<br>$Cl^-$ , $HCO_3^-$ , $HPO_4^{2-}$ |
| Карбогидразы: амилаза, мальтаза, лактаза, сахараза                                 |                                                          |
| Липаза                                                                             |                                                          |
| Эстераза                                                                           |                                                          |
| Нуклеаза                                                                           |                                                          |
| Нуклеотидаза                                                                       |                                                          |
| Фосфатаза                                                                          |                                                          |
| Муцин                                                                              |                                                          |

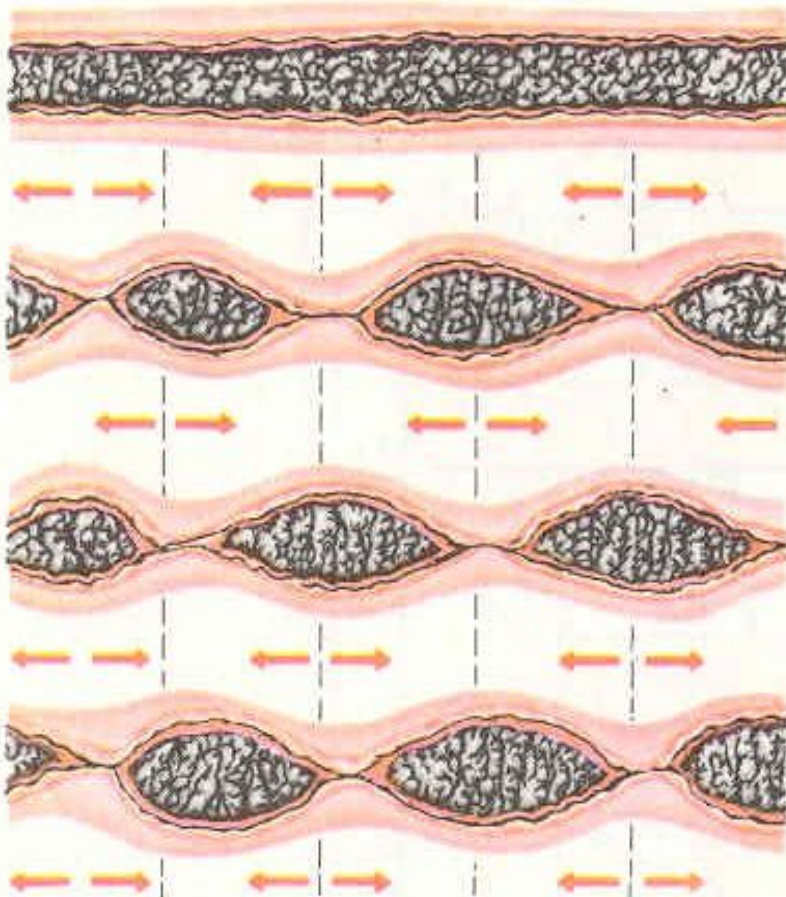
# **Виды моторики тонкого кишечника**

- 1. Ритмическая сегментация (8-10 в мин)
- 2. Перистальтика (1-20 см/сек)
- 3. Маятникообразные движения
- 4. Тонические сокращения
  - РЕФЛЕКСЫ:
    - 1. Желудочно-кишечный
    - 2. Кишечно-кишечный
    - 3. Гастро-ректальный
    - 4. Рецепторная релаксация
    - 5. Ректо-энтеральный тормозной

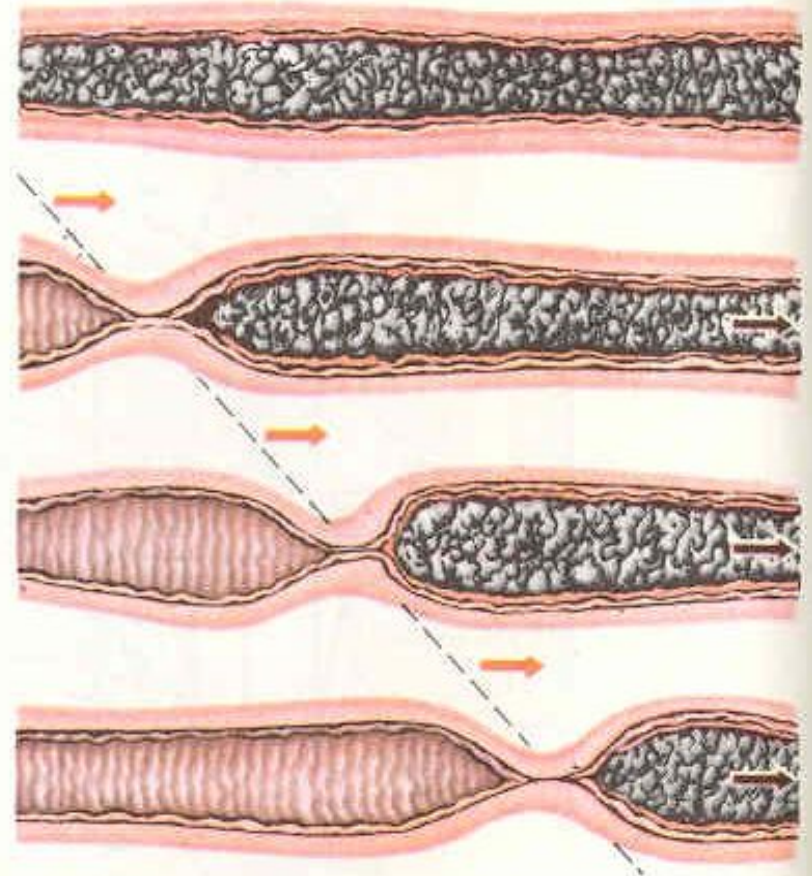
# Типы моторики ЖКТ

| Тип двигательной активности                                                                                        | Структура                                          | Функция                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Перистальтика</p>              | <p>Пищевод<br/>Желудок<br/>Тонкий<br/>кишечник</p> | <p>Пропульсивная перистальтика — передвижение пищевых масс;<br/>непропульсивная перистальтика — перемешивание пищевых масс</p> |
|  <p>Ритмическая сегментация</p>    | <p>Тонкий<br/>и толстый<br/>кишечник</p>           | <p>Перемешивание</p>                                                                                                           |
|  <p>Маятникообразные движения</p> | <p>Тонкий<br/>и толстый<br/>кишечник</p>           | <p>Продольное смещение<br/>стенки кишечника<br/>относительно химуса</p>                                                        |
|  <p>Тоническое сокращение</p>    | <p>Сфинктеры<br/>пищеварительного<br/>тракта</p>   | <p>Препятствие передвижению химуса<br/>Функциональное<br/>разделение отделов</p>                                               |

# Моторика кишечника

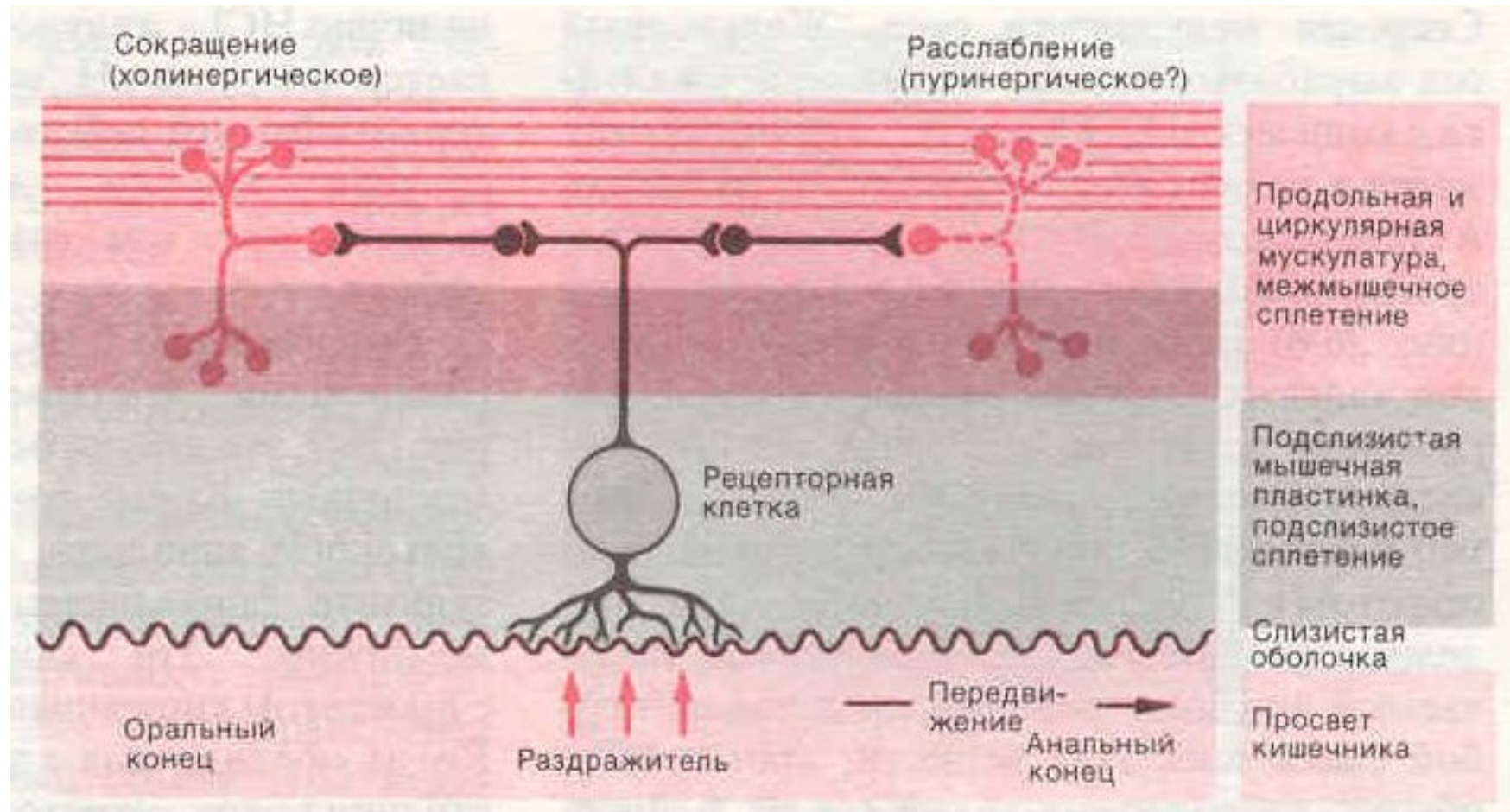


Маятникообразные движения  
(ритмическая сегментация)

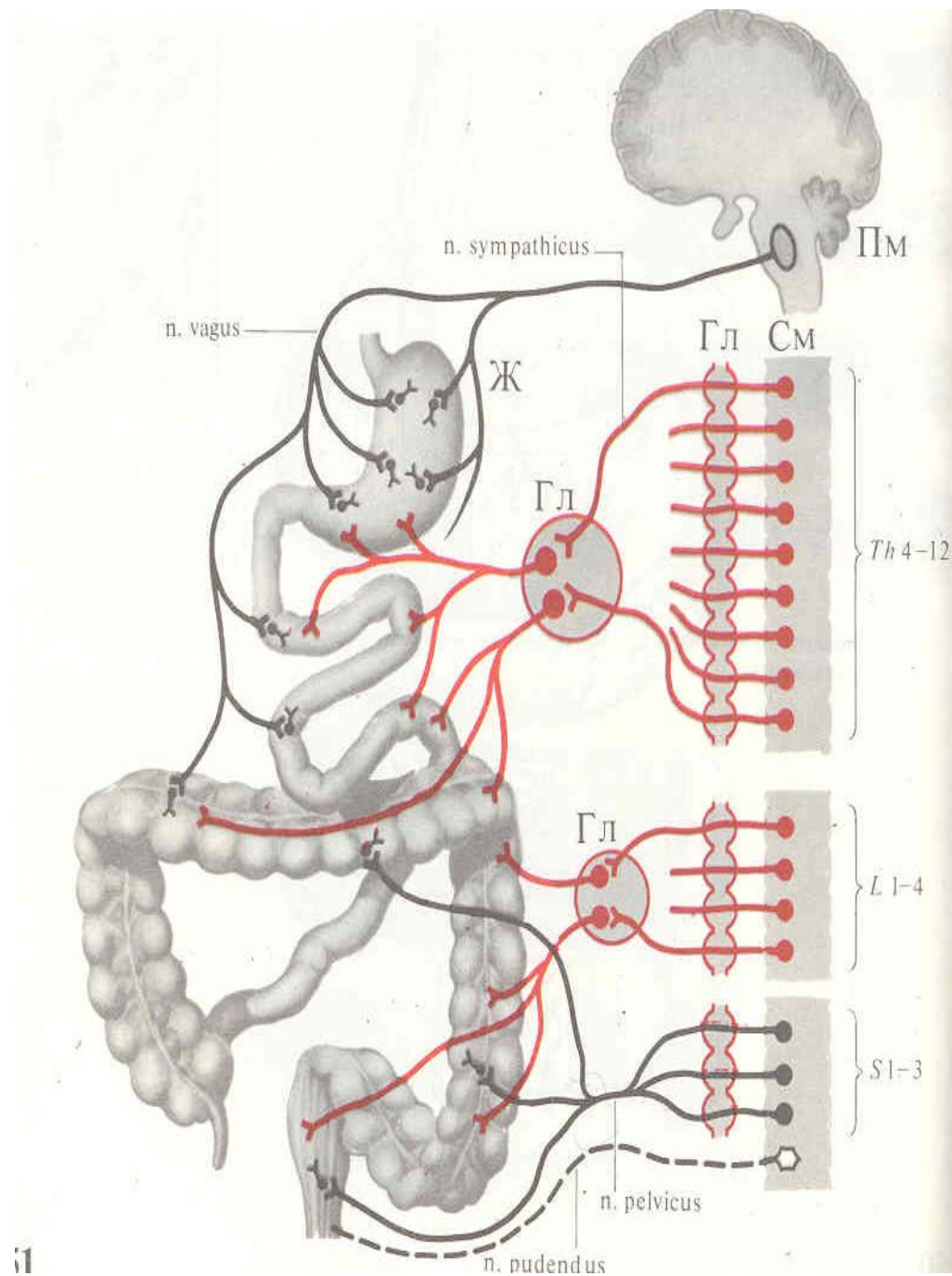


Перистальтика

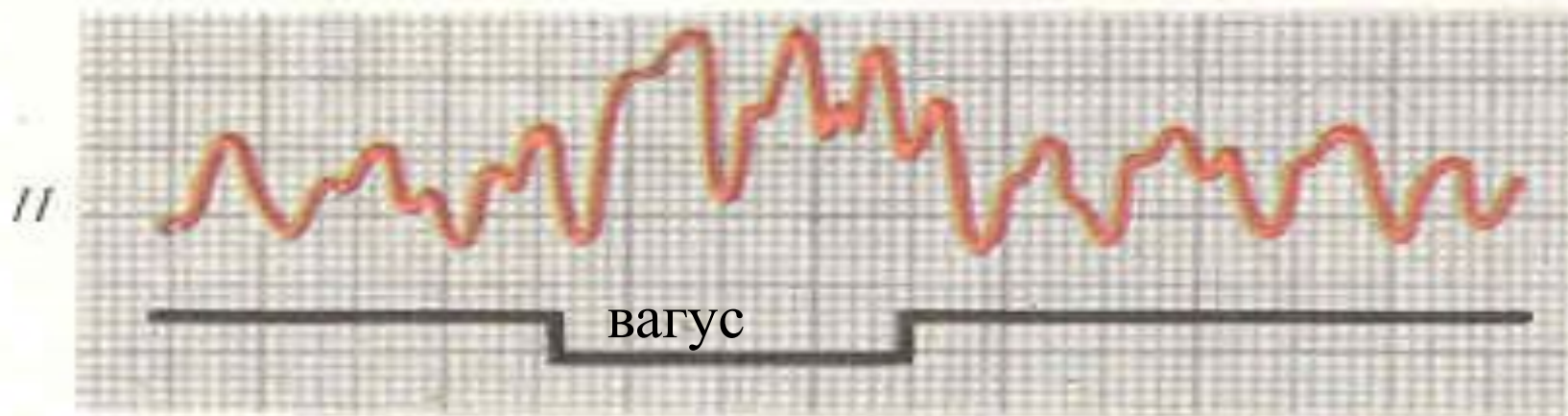
# Схема интрамурального перистальтического рефлекса



# Иннервация органов ЖКТ



# Нервная регуляция моторики кишечника



# РЕГУЛЯЦИЯ МОТОРИКИ ТОНКОЙ КИШКИ

- Чем выше амплитуда медленноволновой активности, тем больше частота генерируемых спайков и тем больше сила сокращений

- **АМПЛИТУДУ**

- **УВЕЛИЧИВАЮТ**

- **ГАСТРИН**

- **ХОЛЕЦИСТОКИНИН**

- **МОТИЛИН**

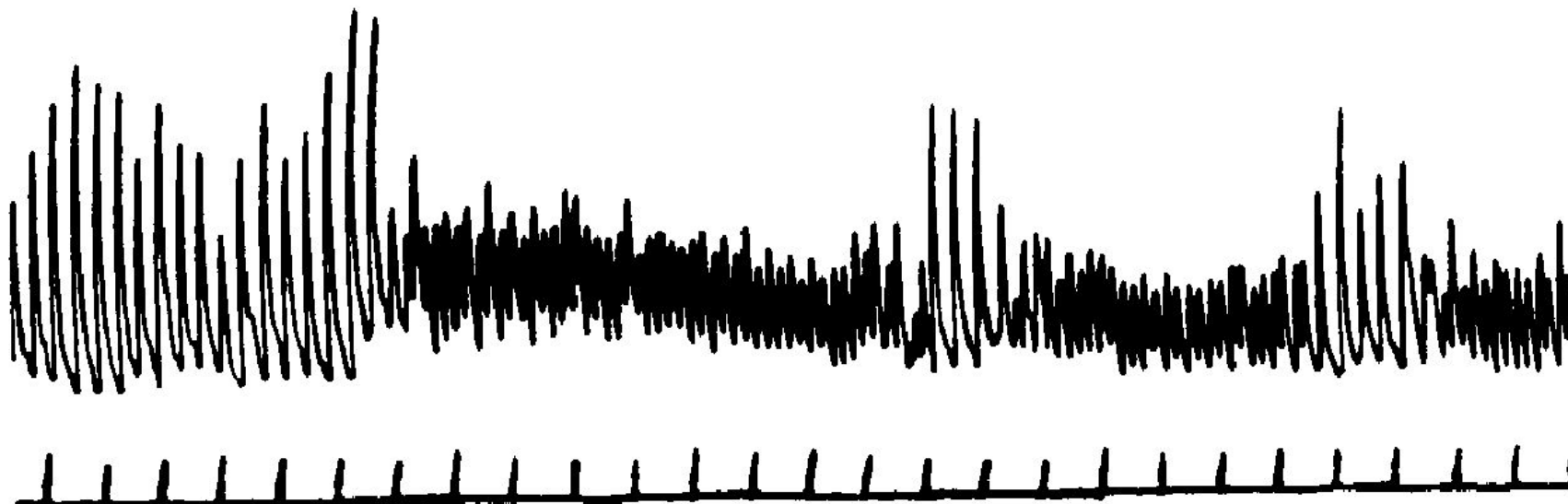
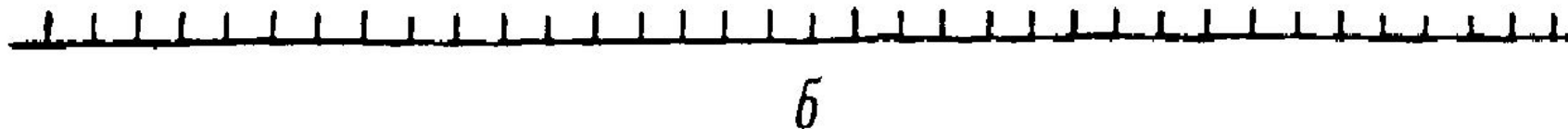
- **ИНСУЛИН**

- **УМЕНЬШАЮТ**

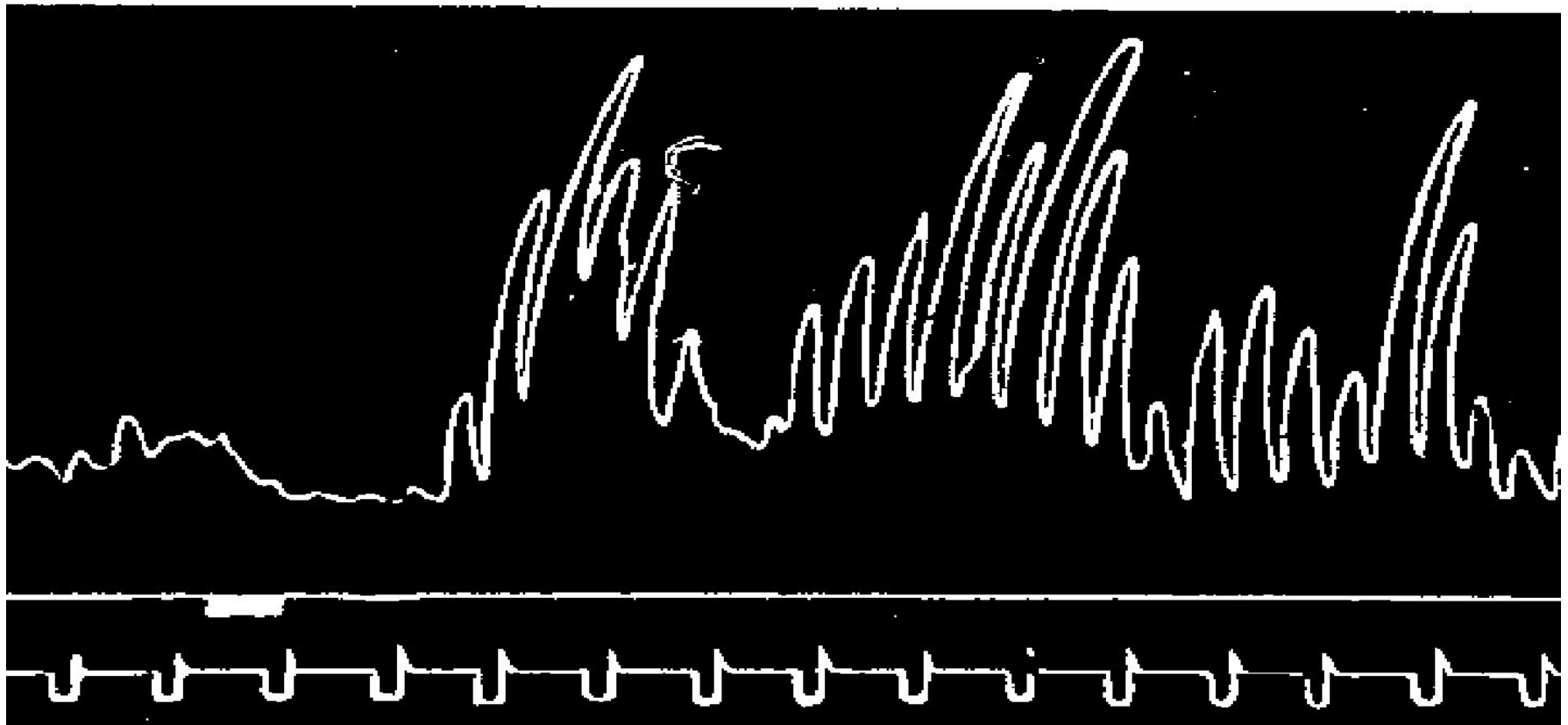
- **СЕКРЕТИН**

- **ГЛЮКАГОН**

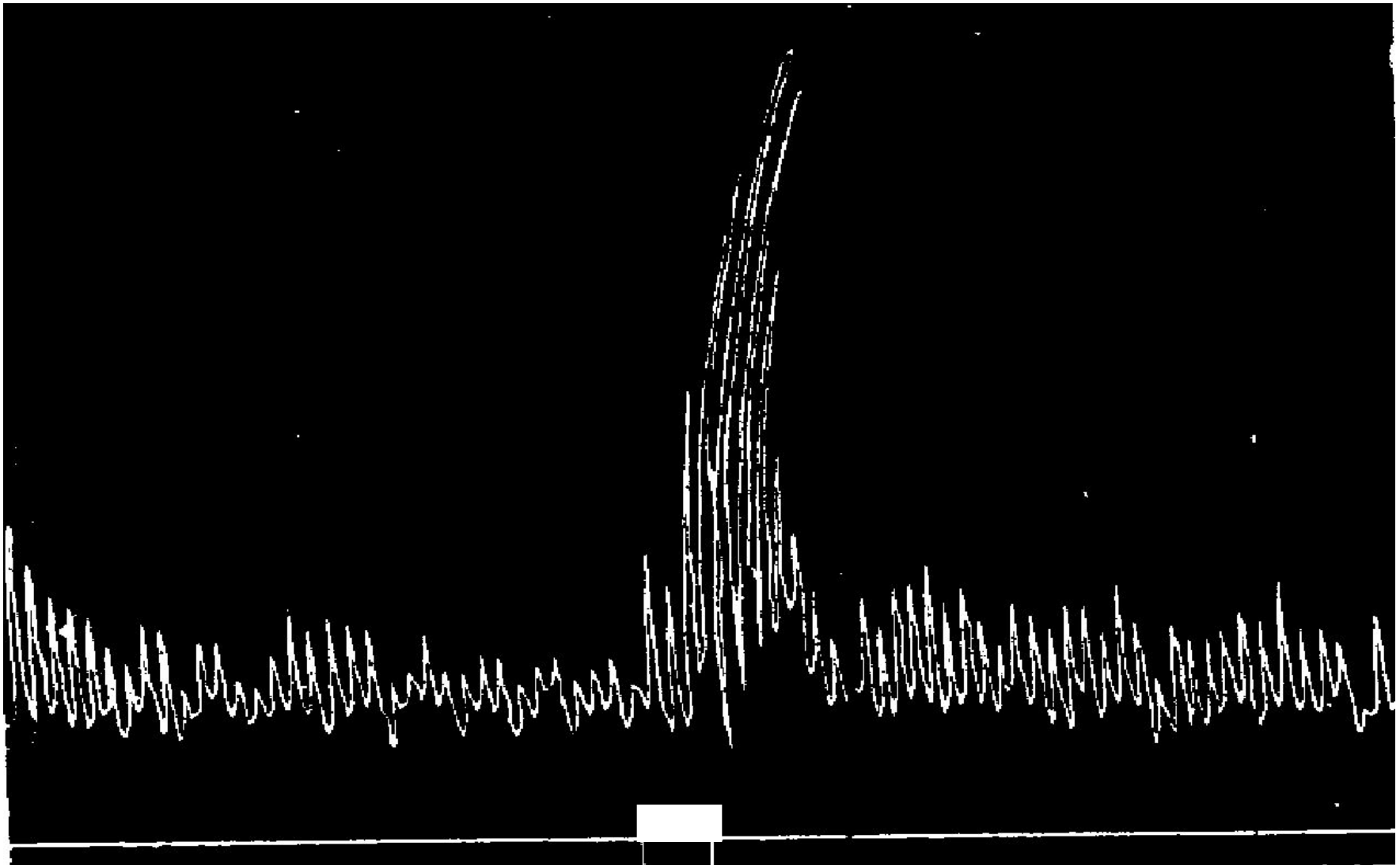
# Тонические волны (а) и сегментация (б) подвздошной кишки кошки



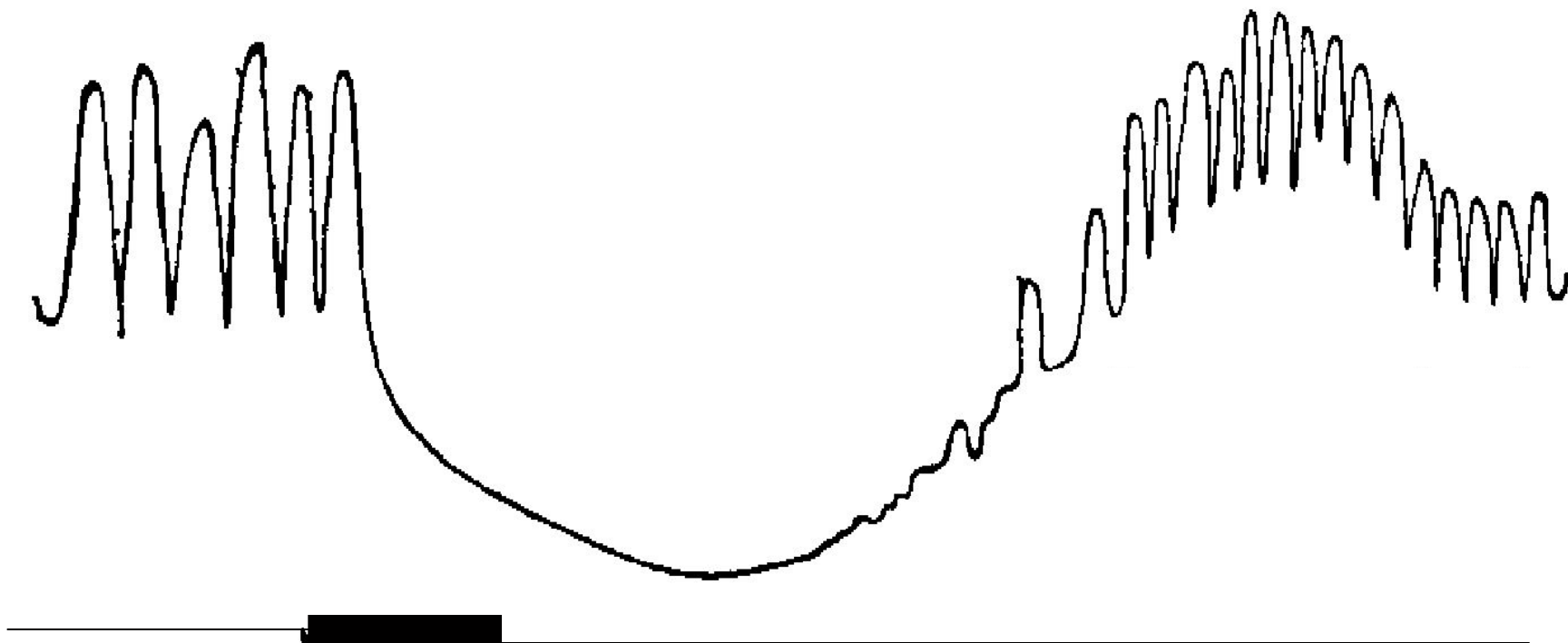
# Усиление моторики тонкой кишки при введении в кровь экстракта слизистой 12-перстной кишки



# Влияние раздражения вагуса на моторику тонкой кишки



# Влияние раздражения чревного нерва на моторику тонкой кишки



# ОБЩИЕ МЕХАНИЗМЫ ВСАСЫВАНИЯ

- **ПАССИВНЫЙ ТРАНСПОРТ - ПЕРЕНОС БЕЗ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ -  
- ПЕРЕНОС ПО ГРАДИЕНТАМ**

- **ФИЛЬТРАЦИЯ - ВОДА, ЭЛЕКТРОЛИТЫ**

- **ОСМОС - ВОДА**

- **ДИФФУЗИЯ :**

- ПРОСТАЯ - МОЧЕВИНА, СПИРТЫ, ГЛИКОЛИ, СОЛИ**

- ОБЛЕГЧЕННАЯ - С ПОМОЩЬЮ МОЛЕКУЛ-ПЕРЕНОСЧИКОВ - КРУПНЫЕ МОЛЕКУЛЫ**

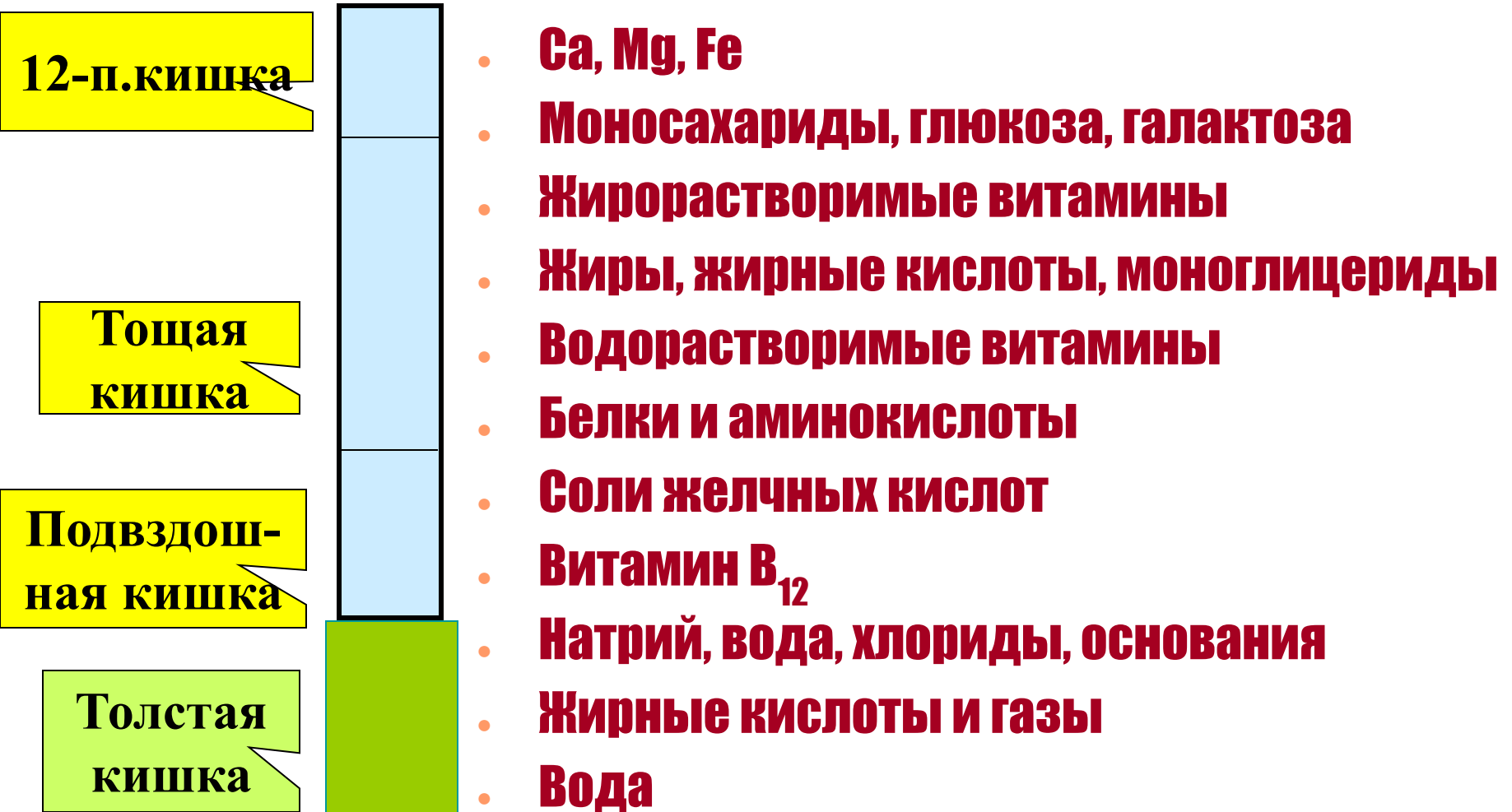
- ОБМЕННАЯ - АНТИПОРТ -  $2\text{Na}^+$  на  $\text{Ca}^{2+}$**

- СИМПОРТ - СОВМЕСТНЫЙ ТРАНСПОРТ -  $\text{Na}^+$  И ГЛЮКОЗА;  $\text{Na}^+$  И АМИНОКИСЛОТА -  
ВТОРИЧНО-АКТИВНЫЙ КОТРАНСПОРТ***

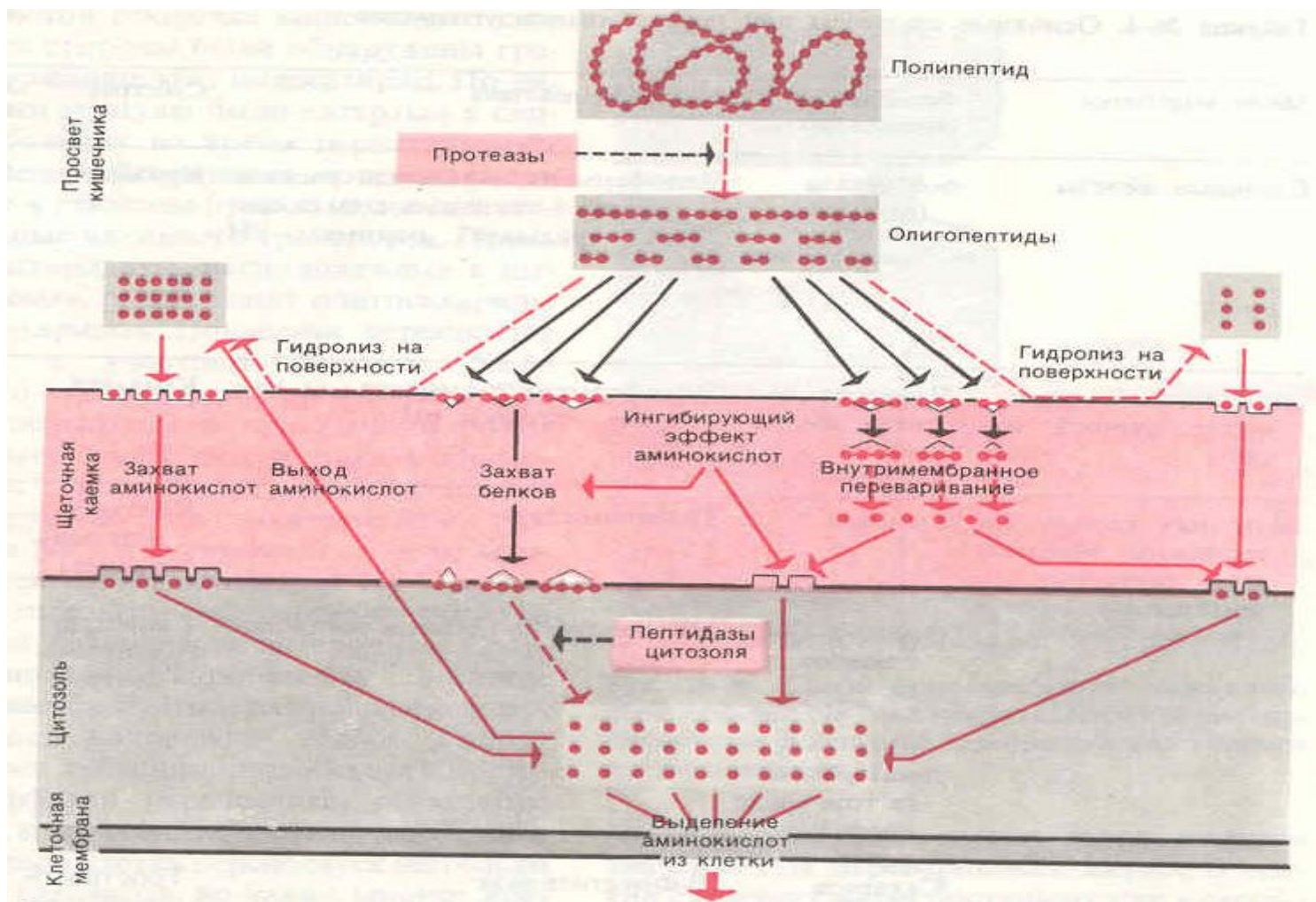
- **АКТИВНЫЙ (ПЕРВИЧНО) ТРАНСПОРТ - ПЕРЕНОС С ТРАТОЙ ЭНЕРГИИ  
- ПЕРЕНОС ПРОТИВ ГРАДИЕНТОВ:**

- КРУПНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ МОЛЕКУЛЫ (ОЛИГОПЕПТИДЫ, ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ И МИЦЕЛЛЫ, И ДР.), А ТАКЖЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , И ДР.) С ПОМОЩЬЮ АТФаз**

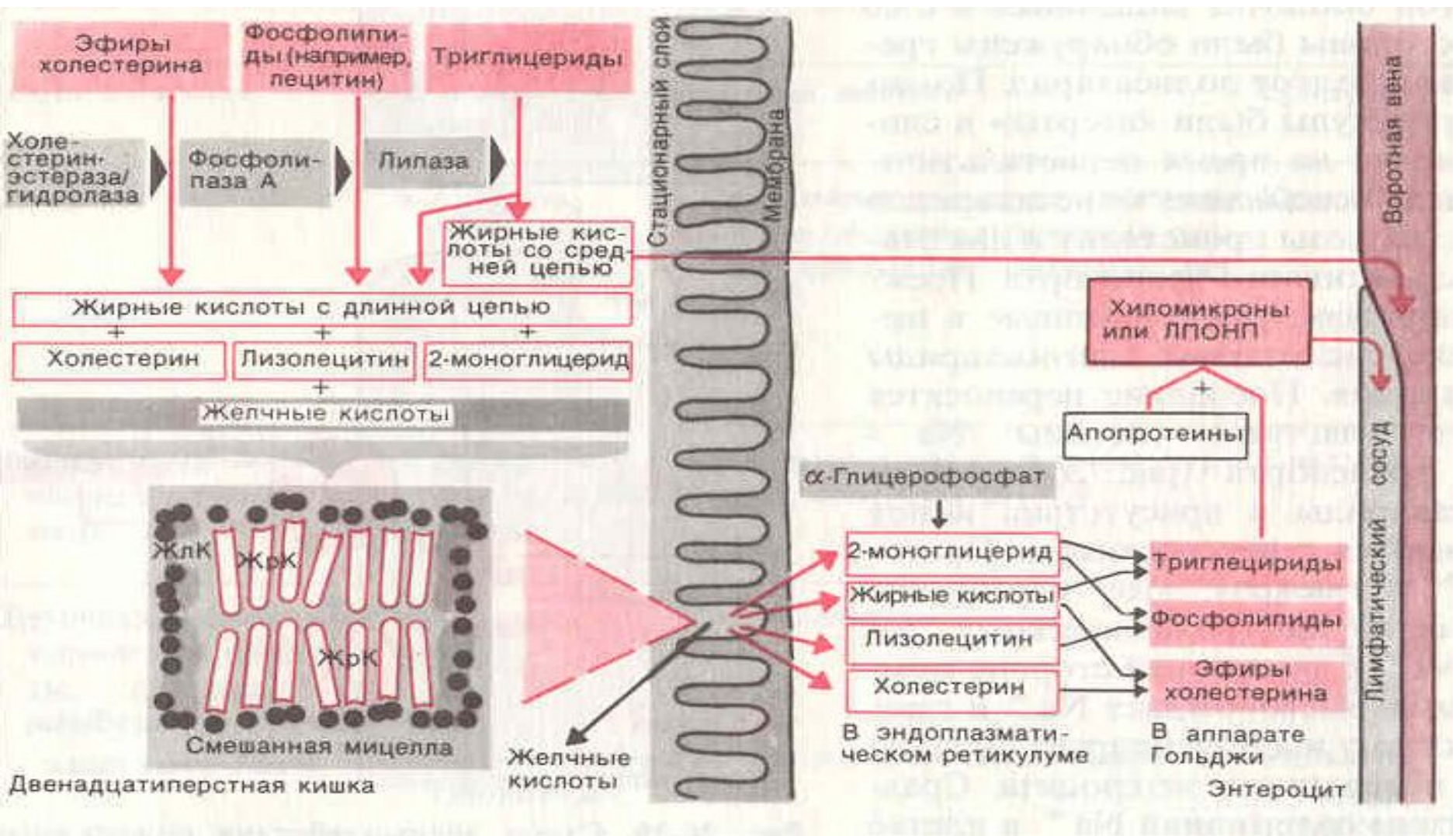
# Всасывание веществ в кишечнике



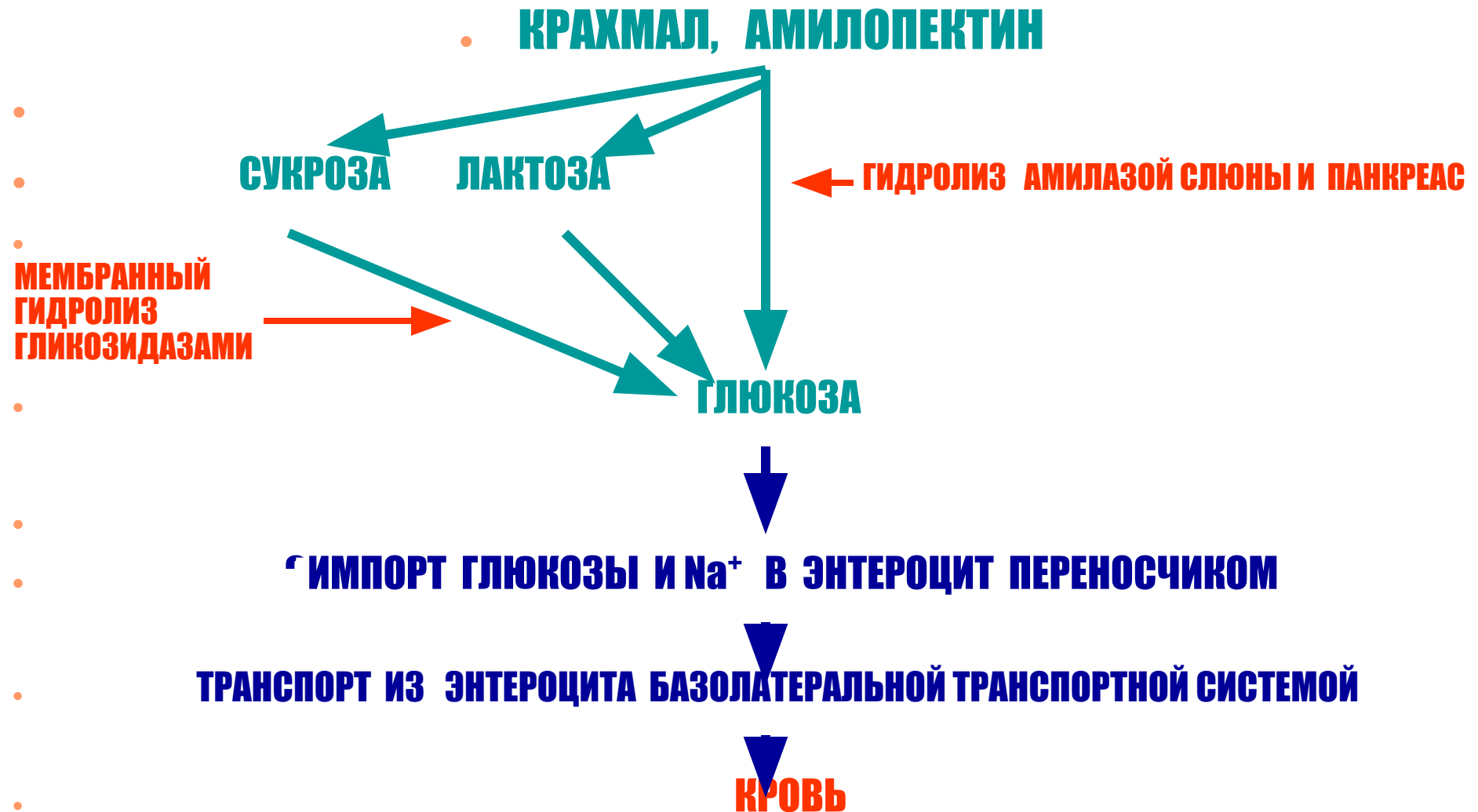
# ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГИДРОЛИЗА И ВСАСЫВАНИЯ БЕЛКОВ



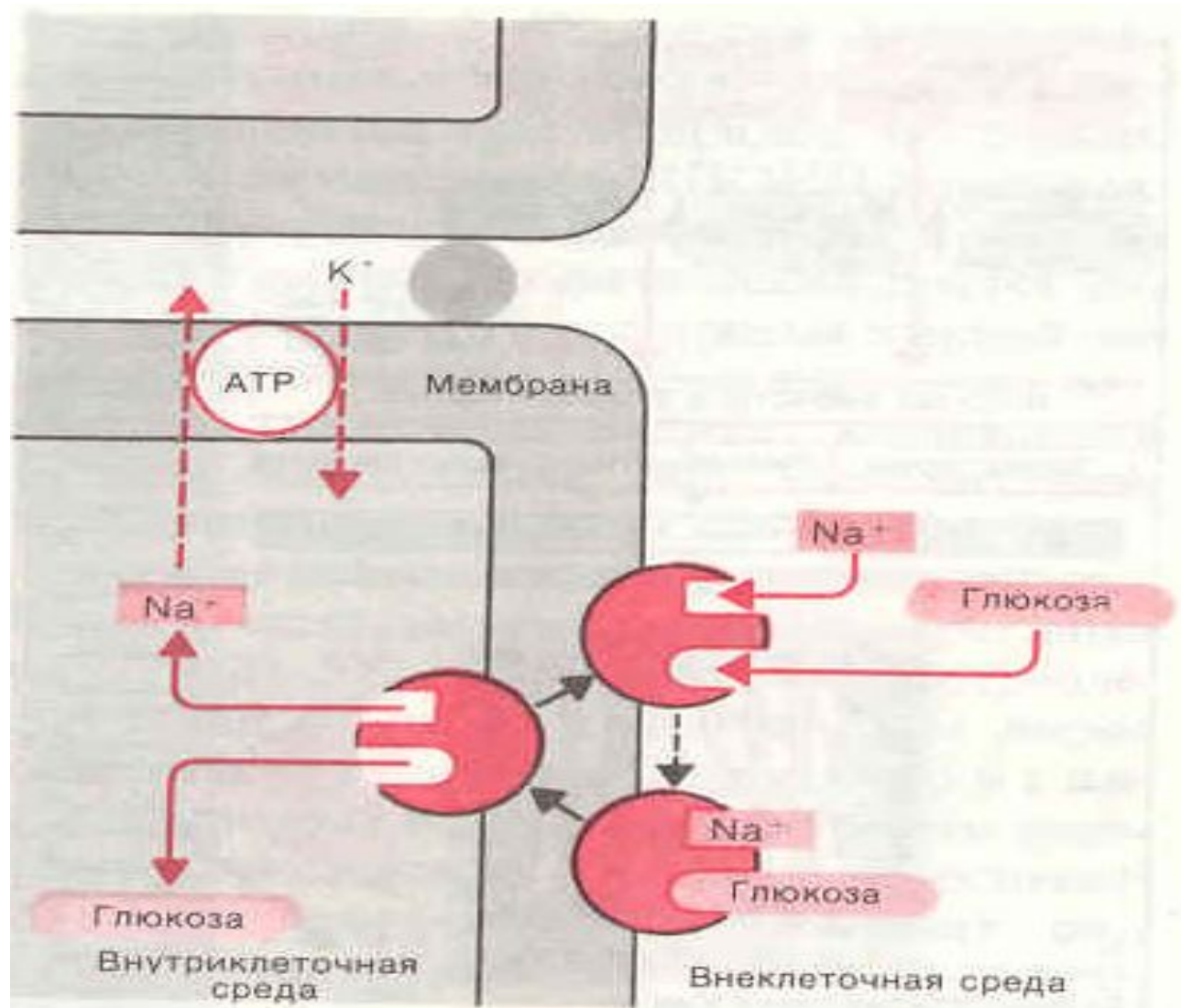
# Схема переваривания и всасывания жиров



# ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГИДРОЛИЗА И ВСАСЫВАНИЯ УГЛЕВОДОВ



# Схема работы переносчика глюкозы



# Гидролиз и всасывание жира



# Функции желудочно-кишечного тракта.

- 1. Пищеварительная функция
- 2. Гомеостатическая функция
- 3. Защитные функции ЖКТ.

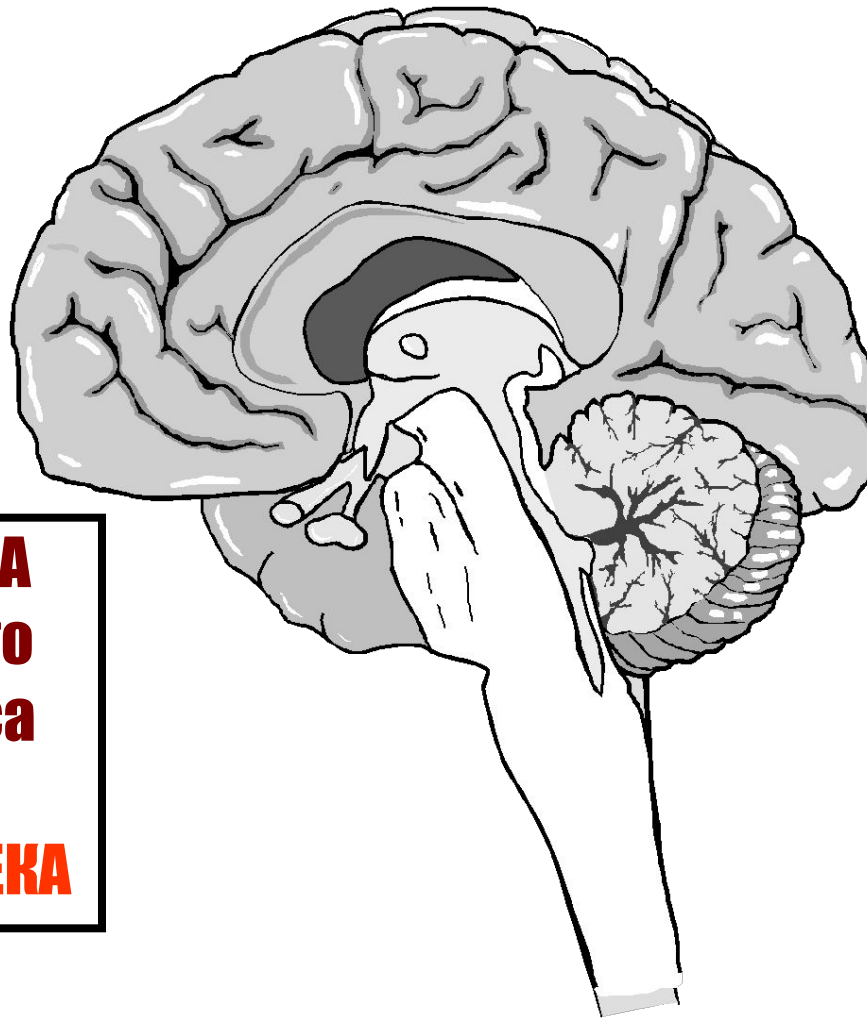
*механическая защита*

*иммунная защита*

*дезинтоксикация*

# Соотношение экзогенных и эндогенных продуктов в просвете ЖКТ

# ГИПОТАЛАМИЧЕСКИЕ ОТДЕЛЫ ПИЩЕВОГО ЦЕНТРА



**ЦЕНТР ГОЛОДА**  
**латерального**  
**гипоталамуса**  
**центр**  
**АНАНДА-БРОБЕКА**

**ЦЕНТР**  
**НАСЫЩЕНИЯ -**  
**вентромеди-**  
**альные ядра**

# Теории голода и насыщения

- Локальная теория - голодная моторика
- Гемостатическая теория:
- Глюкостатическая
- Аминоацидостатическая
- Липостатическая
- Термостатическая
- Метаболическая
- Эндокринная теория

# НАСЫЩЕНИЕ

- ВИДЫ НАСЫЩЕНИЯ

- Сенсорное
- Преабсорбтивное
- Постабсорбтивное

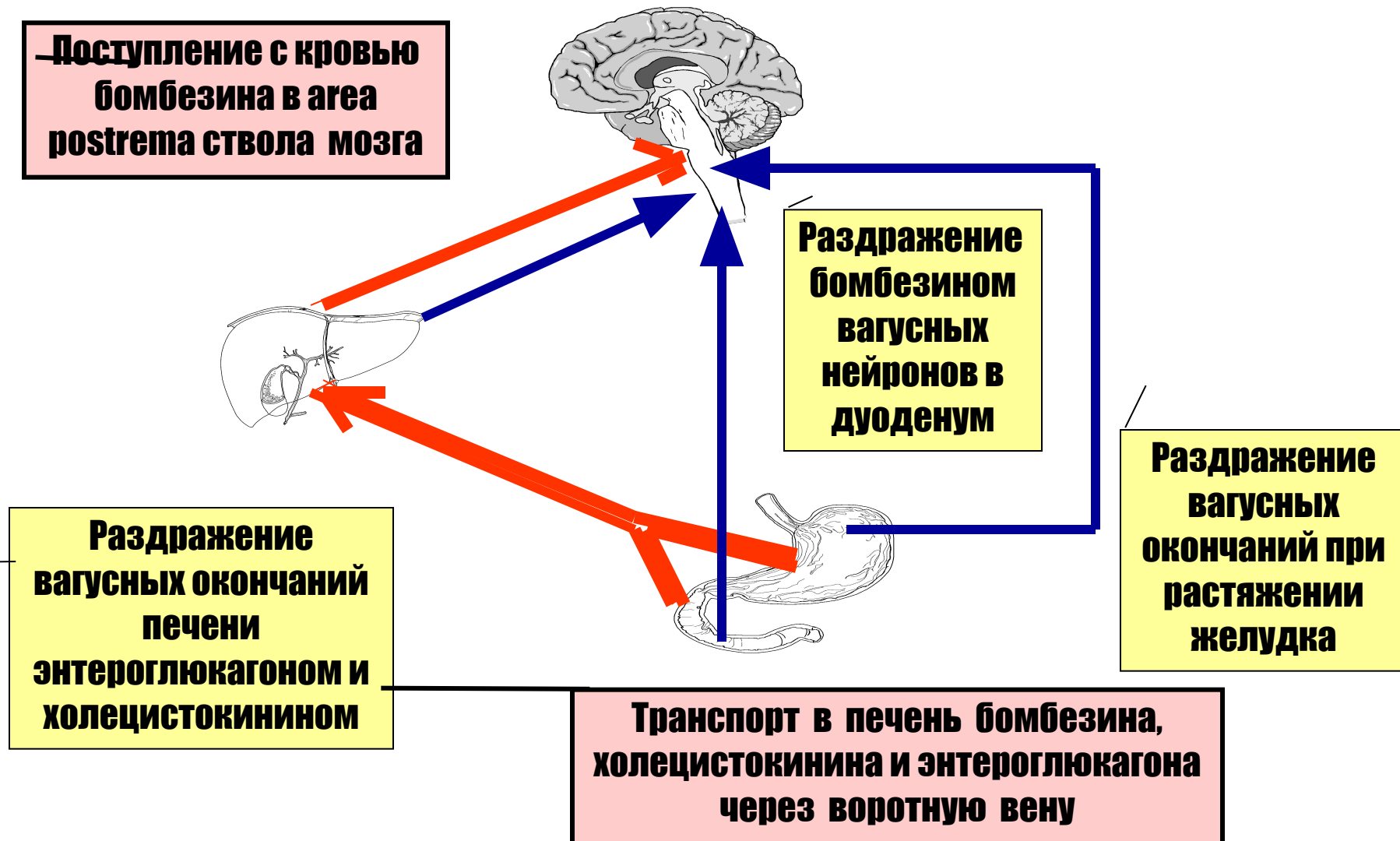
- ЦЕНТРЫ НАСЫЩЕНИЯ

- Лимбическая система переднего мозга, миндалина
- Гипоталамическая зона
- Парабрахимальные ядра моста
- Зона заднего мозга - NTS, area postrema

# **МЕХАНИЗМЫ ПРЕАБСОРБТИВНОГО НАСЫЩЕНИЯ**

- **Раздражение механорецепторов желудка при его растяжении**
- **Гормональное раздражение хеморецепторов печени, желудка и кишечника**
- **Гормональные влияния на пищевой центр**
  - **Гормональные эффекты оказывают:**
    - **Бомбезин или гастрин-освобождающий пептид**
      - **Холецистокинин**
      - **Энтероглукагон**

# Механизмы активации стволовых структур центра насыщения



# Функциональная система питания

